

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005年2月17日 (17.02.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/014873 A1

- (51) 国際特許分類⁷: C22C 38/00, 38/40, 38/48, C21D 9/46 (74) 代理人: 小倉 亘, 外(OGURA, Wataru et al.); 〒171-0043 東京都豊島区要町三丁目2番7号 大野千川ビル201 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/011410
- (22) 国際出願日: 2004年8月3日 (03.08.2004) (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-287774 2003年8月6日 (06.08.2003) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日新製鋼株式会社 (NISSHIN STEEL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒100-8366 東京都千代田区丸の内三丁目4番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 森川 広 (MORIKAWA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒746-8666 山口県周南市野村南町4976番地 日新製鋼株式会社 技術研究所内 Yamaguchi (JP). 香月 淳一 (KATSUKI, Junichi) [JP/JP]; 〒746-8666 山口県周南市野村南町4976番地 日新製鋼株式会社 技術研究所内 Yamaguchi (JP). 藤井 孝浩 (FUJII, Takahiro) [JP/JP]; 〒746-8666 山口県周南市野村南町4976番地 日新製鋼株式会社 技術研究所内 Yamaguchi (JP).
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: WORK-HARDENED MATERIAL FROM STAINLESS STEEL

(54) 発明の名称: ステンレス鋼の加工硬化材

(57) Abstract: A work-hardened material from a stainless steel sheet, which has a chemical composition, in mass %, that C: 0.15 % or less, Si: 1.0 % or less, Mn: 1.0 % or less, S: 0.005 % or less, Cr: 10 to 20 %, Ni: 0.5 % or less, Al: 0.001 to 0.05 %, and optionally, one or more of Mo: 0.5 to 2.0 %, Cu: 0.5 to 3.0 % and Nb: 0.05 to 1.0 %, wherein Al₂O₃ based and/or Al₂O₃·MgO based inclusions having a particle diameter ≤ 10 μm are dispersed in a cleanliness ≤ 0.06 %, and the material exhibits enhanced strength due to a work ferrite structure. The above work-hardened material exhibits an 0.2 % offset yield strength as high as 700 N/mm² or higher and also is excellent in bending workability, and thus can be suitably used as parts or a structural material for a household electrical appliance, an OA equipment and the like.

(57) 要約: C:0.15質量%以下, Si:1.0質量%以下, Mn:1.0質量%以下, S:0.005質量%以下, Cr:10~20質量%, Ni:0.5質量%以下, Al:0.001~0.05質量%, 必要に応じてMo:0.5~2.0質量%, Cu:0.5~3.0質量%, Nb:0.05~1.0質量%の1種又は2種以上を含むステンレス鋼板である。粒径≤10μmのAl₂O₃系及び/又はAl₂O₃・MgO系存在物が清浄度≤0.06%で分散し、加工フェライト組織により高強度化されている。700N/mm²以上の高い0.2%耐力を示しながら曲げ加工性に優れ、軽量化が要求される家電製品, OA機器等の部品, 構造材として使用される。

明 細 書

ステンレス鋼の加工硬化材

技術分野

- 5 本発明は、強度、曲げ加工性に優れ、加工硬化でフェライト組織を高強度化したステンレス鋼加工硬化材に関する。

背景技術

- 10 ポータブル型のノートパソコンにみられるように、テレビ、パソコンに代表される家電製品や OA 機器用では軽量部材が要求されており、部材の薄肉化によって軽量化の要求に応じている。軽量化しても必要強度を確保する上で、圧延方向の 0.2%耐力 \geq 約 500N/mm² 又はピッカース硬度 HV \geq 約 200 が目安とされている。

- 15 金属部材をフレーム、保護ケース等として家電製品、OA 機器に組み込む際、プレス加工、曲げ加工等によって金属切板を所定形状に加工している。そのため、家電製品、OA 機器用の金属部材としては、強度に加えて曲げ加工性に優れていることも重要である。

- 20 しかも、環境保全やリサイクル性を重視し、めっき不要の無垢金属素材のニーズが高いことが最近の傾向である。耐食性に優れた無垢金属素材には、SUS410、SUS420J2 に代表されるマルテンサイト系、SUS631 に代表される析出硬化型、SUS304、SUS301 に代表される加工硬化型オーステナイト系等の高強度ステンレス鋼がある。

- 25 マルテンサイト系、析出硬化型のステンレス鋼は、製品形状に加工した後でそれぞれ焼入れ・焼戻し処理、時効処理を施すことにより高強度化される。しかし、ユーザ側で焼入れ・焼戻し処理、時効処理を必要とするため、そのための設備負担を強いられる。しかも、熱処理された製品表面に生じた酸化スケールを除去する酸洗又は研磨工程や、熱変形を矯正する手直し加工が必要になる。

加工硬化型オーステナイト系ステンレス鋼は、素材段階で強化しており曲げ加工性も良好なためユーザ側での熱処理を省略できる材料であるが、高価な Ni を

多量に含むため鋼材コストが高くなる。そこで、加工硬化型オーステナイト系ステンレス鋼の長所を活かしながら Ni 含有量を低減した安価なステンレス鋼が開発されている。たとえば、マルテンサイト相で強度を、フェライト相で加工性をもたせた(フェライト+マルテンサイト)複相型ステンレス鋼 (特開昭 63-169330 号公報), (フェライト+マルテンサイト)複相組織又はマルテンサイト単層組織に分散している MnS 系介在物粒子のサイズや形態制御により曲げ加工性を改善したステンレス鋼 (特開平 11-302791 号公報), 冷間圧延でフェライト組織を加工硬化させ熱処理を省略したステンレス鋼 (特開 2001-262282 号公報) 等がある。

- 10 特開昭 63-169330 号公報の(フェライト+マルテンサイト)複相型ステンレス鋼は、マルテンサイト量の増加に従って強度が高くなるが、50 質量%を超えるマルテンサイト量では曲げ加工性が著しく低下する。

- 15 特開平 11-302791 号公報のステンレス鋼は、比較的曲げ半径の大きな建築構造物に使用される角型鋼管を主たる対象にしている。しかし、曲げ加工後に高い寸法精度が要求される家電製品のフレーム、保護ケース、筐体等では、建築構造物用途の角型鋼管に比較して曲げ半径が大幅に小さい。小さな曲げ半径のため、MnS 系介在物粒子のサイズや形態を制御しても、マトリックスが複相型又はマルテンサイト単層組織ではフレーム、保護ケース、筐体等に要求されるレベルの曲げ加工を施すと割れが発生しやすい。

- 20 しかも、特開平 11-302791 号公報では、MnS 系介在物粒子のサイズや形態を制御する具体的方法を開示されていない。圧延方向に伸ばされた紐状の MnS が曲げ加工性に有害なことは知られているが、冷間圧延率の上昇に伴って MnS は更に伸ばされ、最終的には微細に分散する。その結果、薄板鋼板の MnS は微細分散により無害化されるが、十分な微細分散が期待できない比較的厚い鋼板では
25 MnS を無害化できない。更に、要求される耐力レベルは用途に応じて異なるが、ユーザ側の熱処理を省略したマルテンサイト系、(フェライト+マルテンサイト)複相組織系ステンレス鋼板の耐力がほぼ成分で決まるため、成分の異なる材料で各種レベルの要求耐力に応えざるを得なかった。

冷間圧延でフェライト組織を加工硬化させる方法はマルテンサイト相による高

強度化に比較して曲げ加工性の点で優れているものの、特開 2001-262282 号公報のステンレス鋼は曲げ加工のない二輪車ディスクブレーキ用途を対象としている。そのため、当該方法をそのまま適用した材料に曲げ先端半径 R の小さな加工を施すと割れが発生しやすく、フレーム、保護ケース等の素材として使用できない。

発明の開示

本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、精錬工程で Al 脱酸、低硫化を併用して介在物を微細な Al_2O_3 系又は $Al_2O_3 \cdot MgO$ 系に制御すると共に、冷間加工でフェライト組織を加工硬化させることにより、ユーザ側での熱処理を不要とし、厳しい曲げ加工を施しても割れの発生がなく高強度化されたステンレス鋼板を提供することを目的とする。

本発明の加工硬化材は、成分・組成と金属組織で特徴付けられる。

成分的には、C : 0.15 質量%以下、Si : 1.0 質量%以下、Mn : 1.0 質量%以下、S : 0.005 質量%以下、Cr : 10~20 質量%、Ni : 0.5 質量%以下、Al : 0.001~0.05 質量%、残部 : 実質的に Fe を基本組成としている。必要に応じ、Mo : 0.5~2.0 質量%、Cu : 0.5~3.0 質量%、Nb : 0.05~1.0 質量%の 1 種又は 2 種以上を含ませても良い。

金属組織は、サイズ : $10\mu m$ 以下の Al_2O_3 系及び/又は $Al_2O_3 \cdot MgO$ 系介在物が清浄度 : 0.06 以下で分散した加工フェライト組織であり、冷間加工率によって 0.2% 耐力を $500 \sim 900 N/mm^2$ の範囲に調整している。

発明を実施するための最良の形態

曲げ加工性に有害な MnS は、比較的軟質であって熱延、冷延で圧延方向に伸ばされ、紐状介在物としてマトリックスに分散する。この状態では、ステンレス鋼板を曲げ加工したとき MnS に応力が集中し割れの起点となる。紐状 MnS 系介在物に起因する割れの防止は、低硫化だけでは不十分であり、介在物の組成、サイズ、形態を制御する必要がある。

介在物の組成、サイズ、形態は、精錬工程で使用する脱酸剤によって変わる。

シリコンを脱酸剤に使用すると、 MnS の他に $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$ 系又は $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{MnS}$ 系介在物が生じる。 Ti を脱酸剤に使用すると、紐状介在物の生成を抑制できるが、脱酸生成物として TiO_2 の他に TiN も生成し、個々の介在物が相互に凝集して粗大な集合体（クラスター）になり、ステンレス鋼板に表面疵が発生しやすい。5 Ti 脱酸は、タンディッシュのノズルが閉塞しやすいことも欠点であり、 N 含有量の低減を必要とする。

表面疵の発生がなく、曲げ加工性に有害な MnS 、 $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$ 系、 $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{MnS}$ （オキシサルファイド）系等の介在物の生成を抑制する方法を調査・検討した結果、 Al 脱酸で介在物を Al_2O_3 系又は $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$ 系に制御すると加工フェライト組織の曲げ加工性が著しく改善されることを見出した。具体的には、10 後述の実施例でもみられるように、低硫化、 Al 脱酸の組合せにより清浄度：0.06%以下でサイズ：10 μm 以下の Al_2O_3 系又は $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$ 系を分散させるとき、曲げ加工性への悪影響が抑制される。

ステンレス鋼板の強度は、冷間加工によってフェライト組織を加工硬化することにより付与され、要求レベルの 0.2%耐力を達成するための特別な成分設計を必要としない。代表的な冷間加工は冷間圧延であり、冷間圧延率の変更によって 0.2%耐力を 500~900 N/mm^2 の範囲（ピッカース硬さ HV では 200~300 の範囲）に調整できる。因みに、通常の焼きなまし状態にあるフェライト系ステンレス鋼の 0.2%耐力レベルは 250~300 N/mm^2 程度（ピッカース硬さ HV では 130~150 程度）であり、要求レベルを大きく下回る。20

本発明では、低硫化及び Al 脱酸により介在物の組成、サイズ、形態を制御したフェライト系ステンレス鋼を使用するが、該ステンレス鋼は次のように成分設計されている。

25 【合金成分】

C : 0.15 質量%以下

マトリックスの強化に有効な合金成分であるが、過剰量の C 含有は Cr 系炭化物の生成を促進させ耐食性を劣化させる。そのため、 C 含有量の上限を 0.15 質量%（好ましくは、0.08 質量%）に設定した。

Si : 1.0 質量%以下

フェライト形成元素として働き、マトリックス強化に有効な合金成分である。しかし、1.0 質量%を超える過剰量の Si が含まれると、曲げ加工性に有害な SiO_2 系又は $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$ 系介在物が生成しやすくなる。

5 Mn : 1.0 質量%以下

オーステナイト形成元素であり、 $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$ 系介在物となって曲げ加工性を劣化させる。そのため、Mn 含有量の上限を 1.0 質量%（好ましくは、0.5 質量%）に設定した。

S : 0.005 質量%以下

10 曲げ加工性を劣化させる MnS , $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$ 系介在物に固溶し、粗大なオキシサルファイド介在物を形成する。S 起因の悪影響を抑制するため、S 含有量の上限を 0.005 質量%（好ましくは、0.003 質量%）に設定した。

Cr : 10~20 質量%

耐食性改善に有効な合金成分であり、ステンレス鋼として要求される耐食性を
15 確保する上で 10 質量%以上の Cr が必要である。しかし、過剰添加は靱性を劣化させるので、Cr 含有量の上限を 20 質量%に設定した。Cr 含有量の好ましい範囲は、11~18 質量%である。

Ni : 0.5 質量%以下

オーステナイト形成元素であり、過剰量の Ni が含まれると A_{c1} 点が下がり、
20 焼鈍時の冷却過程でマルテンサイト相が生成しやすくなる。そのため、Ni 含有量を 0.5 質量%以下に規制し、マルテンサイトの生成を防止した。

Al : 0.001~0.05 質量%

脱酸剤として添加される成分であり、十分な脱酸効果を得る上で 0.001 質量%の Al 含有量が必要である。しかし、過剰量の Al を添加すると、多量の
25 Al_2O_3 系介在物が生じ、介在物が相互に凝集したクラスターになり表面疵等の欠陥を発生させる。そこで、介在物のサイズを $10\mu\text{m}$ 以下、清浄度を 0.06%以下として表面疵等の欠陥発生を防止するため、Al 含有量の上限を 0.05 質量%に規定した。好ましくは、0.003~0.03 質量%の範囲に Al 含有量を選定する。

Mo : 0.5~2.0 質量%, Cu : 0.5~3.0 質量%, Nb : 0.05~1.0 質量%

必要に応じて添加される合金成分であり、何れも耐食性の向上に寄与する。耐食性改善効果は、Mo : 0.5 質量%以上, Cu : 0.5 質量%以上, Nb : 0.05 質量%以上でみられる。しかし、2.0 質量%を超える Mo 含有量では固溶強化による冷間加工性の低下を招くと共に素材コストが高くなり、3.0 質量%を超える Cu 含有量では熱間加工性が低下して製造性が損なわれ、1.0 質量%を超える Nb 含有量では耐食性向上効果が飽和し素材コストが高くなる。

〔加工フェライト組織〕

低硫化, Al 脱酸によってマトリックスに分散した介在物が Al_2O_3 系又は $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$ 系に形態制御され、介在物を冷間加工でサイズ : $10\mu\text{m}$ 以下（好ましくは、 $5\mu\text{m}$ 以下）に分断するとき、割れの起点となる介在物への応力集中が緩和される。そのため、小さな曲げ先端半径 R で目標形状に曲げ加工しても、割れが大幅に軽減された加工品が得られる。

冷間加工は、介在物の微細分断に加え、加工硬化による高強度化にも有効である。すなわち、通常の焼きなまし状態にあるフェライト系ステンレス鋼の 0.2% 耐力レベルは $250 \sim 300 \text{ N/mm}^2$ 程度（ピッカース硬さ HV では $130 \sim 150$ 程度）であるが、加工硬化によって高強度化が図られる。しかも、加工率に応じ 0.2% 耐力を $500 \sim 900 \text{ N/mm}^2$ の範囲、ピッカース硬さを HV : $200 \sim 300$ の範囲で自在に調整できるため、成分設計を変更する必要なく要求レベルに応じて高強度化された素材が提供される。冷間圧延で加工硬化させる場合、曲げ加工性を損なうことなく強度向上を図る上で $15 \sim 50\%$ （好ましくは、 $20 \sim 35\%$ ）の範囲で仕上げ圧延時の圧延率が選定される。

次いで、実施例によって本発明を具体的に説明する。

〔実施例 1〕

ステンレス溶鋼を Si 脱酸し、表 1 の組成をもつステンレス鋼を用意した。表中、サンプル S-1 は、熱延後の焼鈍でフェライト単層組織に再結晶させた後、圧延率 25% で冷間圧延した板厚 1.8mm のステンレス鋼板であり、加工フェライト組織をもつ。サンプル S-2, S-3 は、同じく 1.8mm に冷間圧延したステンレス鋼板をオーステナイト+フェライト二相領域の温度に短時間保持した後で空

冷することにより(フェライト+マルテンサイト)の複相組織にしたステンレス鋼板である。サンプル S-2 は、サンプル S-3 に比較してマルテンサイト量が多くなっている。

5 表 1：ステンレス鋼の合金成分及び含有量 (質量%)

	C	Si	Mn	S	Cr	Ni	Al
S-1	0.068	0.38	0.39	0.006	12.4	0.4	<0.003
S-2	0.023	0.47	0.85	0.004	11.9	0.09	<0.003
S-3	0.011	0.24	0.89	0.001	11.7	0.14	<0.003

金属組織が異なる各サンプルから圧延方向 (L 方向)、圧延方向に直交する方向 (C 方向) の二方向に沿って JIS 13B 号試験片を切り出し、引張試験で 0.2% 耐力、伸びを測定した。各サンプルの 0.2% 耐力、伸びを表 2 に対比する。加工
 10 フェライト組織をもつサンプル S-1 は、マルテンサイト量が 80 体積%のサンプル S-2 とほぼ同じ 0.2% 耐力であるが、伸びが小さくなっている。

表 2：金属組織と機械的特性との関係

	金属組織	試験片 採取方向	0.2% 耐力 (N/mm ²)	伸び (%)
S-1	加工フェライト	L	689	5
		C	805	3
S-2	80%マルテンサイト +20%フェライト	L	708	11
		C	755	11
S-3	50%マルテンサイト +50%フェライト	L	591	11
		C	606	12

15 曲げ加工性の評価には、V ブロック法 (JIS Z2248 に準じた 90 度 V 曲げ試

験)を使用した。ポンチの先端 R を変え、圧延方向と平行な曲げ軸 (C 方向曲げ)、圧延方向に直交する曲げ軸 (L 方向曲げ) の二方向で試験片を 90 度曲げし、割れが発生するポンチ先端半径 R により曲げ加工性を評価した。

表 3 の試験結果にみられるように、L 方向曲げでは V ブロック曲げの最小先端 R=0.1mm でも各サンプルに割れが発生しなかったが、C 方向曲げでは各サンプルの間に相違がみられた。すなわち、割れが発生した最小先端 R は、0.2% 耐力がほぼ同等のサンプル S-2 が 1.5mm であったのに対し、サンプル S-1 では 0.6mm となっており、サンプル S-2, S-3 に比較して伸びが小さいにも拘らずサンプル S-1 が優れた曲げ加工性を呈していた。この結果は、マルテンサイト相で強化した組織よりも加工フェライト組織が曲げ加工性の点で有利なことを意味する。

表 3 : 各サンプルの曲げ加工性比較

	曲げ方向	ポンチ先端 R(mm)								最小先端 R (mm)
		0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	3.0	
S-1	L	○	○	○	○	○	○	○	○	<0.1
	C	×	×	×	×	○	○	○	○	0.8
S-2	L	○	○	○	○	○	○	○	○	<0.1
	C	×	×	×	×	×	×	×	○	3.0
S-3	L	○	○	○	○	○	○	○	○	<0.1
	C	×	×	×	×	○	○	○	○	0.8

曲げ加工性に及ぼす介在物の影響を調査するため、Si 脱酸したサンプル S-1 と同様な組成に調製したステンレス溶鋼を Al 脱酸した後、同じ製造条件下でサンプル A-1 を製造した。サンプル A-1 は、脱酸剤に由来する Al 含有量が 0.06 質量%であった (表 4)。

EPMA を用いた成分分析によりサンプル A-1 の介在物を同定したところ、 Al_2O_3 系、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$ 系が混在しており、サンプル S-1 の介在物 $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$

系又は $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{MnS}$ 系と大きく異なっていた。以降、サンプル S-1 で観察された SiO_2 主体の介在物をシリケート系、サンプル A-1 で観察された Al_2O_3 主体の介在物をアルミナ系という。

5

表 4 : Si 脱酸, Al 脱酸とステンレス鋼組成との関係

鋼種	C	Si	Mn	S	Cr	Ni	Al
S-1	0.068	0.38	0.39	0.006	12.4	0.40	<0.003
A-1	0.062	0.39	0.27	0.001	12.6	0.21	0.006

サンプル A-1, S-1 から L, C の二方向に沿って JIS 13B 号試験片を切り出し、引張試験で 0.2%耐力, 伸びを測定した。サンプル A-1, S-1 は、ほぼ同等の機械的性質をもっていた (表 5)。しかし、曲げ加工試験では、サンプル A-1, S-1 共にほぼ同じ耐力レベルでありながら、C 方向の曲げ加工性に関してサンプル S-1 に比較してサンプル A-1 が明らかに優れていた (表 6)。

10

以上の結果は、低硫化, Al 脱酸で介在物を形態制御し、冷間加工によって加工フェライト組織に調整するとき、高強度化に拘らず優れた曲げ加工性が確保されることを意味している。

15

表 5 : Si 脱酸, Al 脱酸が機械的性質に及ぼす影響

	脱酸剤	介在物組成	金属組織	試験片 採取方向	0.2%耐力 (N/mm ²)	伸び (%)
S-1	Si	$\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$ 系+ $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{MnS}$ 系	加工フェライト	L	689	5
				C	805	3
A-1	Al	Al_2O_3 系+ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$ 系	加工フェライト	L	691	5
				C	808	3

表 6：曲げ加工性に及ぼす Si 脱酸，Al 脱酸の相違

	曲げ方向	Vブロック先端 R(mm)								最小先端 R(mm)
		0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	3.0	
S-1	L	○	○	○	○	○	○	○	○	<0.1
	C	×	×	×	×	○	○	○	○	0.8
A-1	L	○	○	○	○	○	○	○	○	<0.1
	C	○	○	○	○	○	○	○	○	<0.1

〔実施例 2〕

表 7 に成分・組成を示した各種ステンレス鋼を 30kg 真空溶解炉で溶製し、Al
5 脱酸又は Si 脱酸した。

表 7：実施例 2 で溶製したステンレス鋼の脱酸方式及び成分・組成

鋼種	脱酸方式	合金成分及び含有量 (質量%)							
		C	Si	Mn	S	Cr	Ni	Al	その他
A-2	Al 脱酸	0.05	0.47	0.27	0.001	12.45	0.23	0.004	
A-3		0.01	0.54	0.82	0.001	12.10	0.20	0.008	
A-4		0.15	0.62	0.30	0.003	12.40	0.24	0.004	
A-5		0.07	0.54	0.24	0.003	16.45	0.20	0.008	
A-6		0.06	0.39	0.45	0.003	16.75	0.21	0.004	Mo : 0.98
A-7		0.01	0.38	0.24	0.001	16.77	0.25	0.006	Cu : 1.44
A-8		0.02	0.32	0.95	0.002	18.40	0.20	0.010	Nb : 0.42
A-9		0.01	0.32	0.21	0.003	17.00	0.11	0.010	Cu : 1.56 Nb : 0.35
B-1		0.06	0.36	0.29	0.003	12.60	0.23	<u><0.001</u>	
B-2		0.02	0.48	0.78	0.002	16.55	0.10	<u>0.090</u>	
S-4	Si 脱酸	0.01	0.40	0.38	<u>0.006</u>	12.4	0.32	<u><0.001</u>	
S-5		0.02	0.47	0.85	0.002	11.9	0.09	<u><0.001</u>	
S-6		0.07	0.67	0.02	<u>0.008</u>	16.49	0.24	<u><0.001</u>	

下線は、本発明で規定した条件を外れることを示す。

各ステンレス鋼铸塊を厚み 55mm、幅 100mm に鍛造し、表面研削で 50mm の厚みに調整した。次いで、板厚 5mm まで熱間圧延し、熱延でマルテンサイト相が生成した鋼種は 850℃×7 時間の軟化焼鈍後に酸洗し、マルテンサイト相が生じない鋼種は 1040℃×均熱 0 分の焼鈍後に酸洗した。

加工硬化によって強度を向上させる鋼種については、最終板厚 1.8mm での圧延率が 20～35%となるように中間板厚 2.3～2.8mm の範囲まで冷間圧延した。中間圧延したステンレス鋼板を 850℃×均熱 0 分で焼鈍し、酸洗後に最終板厚

1.8mm に仕上げ冷延した。

マルテンサイト単相又は(フェライト+マルテンサイト)複相組織で強度を向上させる鋼種については、軟化焼鈍後に中間板厚 3.0mm まで冷間圧延し、焼鈍・酸洗を経て最終板厚 1.8mm に仕上げ冷延した。次いで、1000℃×均熱 1 分→空冷の熱処理により、マルテンサイト単相又は(フェライト+マルテンサイト)複相組織に調整した。

製造された各ステンレス鋼板から試験片を切り出し、金属組織、介在物、表面疵を観察した。介在物に関しては、EPMA で介在物の成分を同定し、JIS Z0555 規定の方法で清浄度を測定し、清浄度を測定した視野で観察された最大介在物の長径を介在物のサイズと評価した。0.2%耐力、伸び、曲げ加工性は、実施例 1 と同様に調査した。

表 8 の調査結果にみられるように、Al 脱酸で介在物を形態制御し且つ加工フェライトで高強度化した試験 No.1~8 は、700N/mm² 以上と高レベルの 0.2% 耐力を示しているにも拘らず、最小曲げ先端半径 R が 0.1mm 未満となっており曲げ加工性に優れていることが判る。

他方、試験 No.9 は、マルテンサイト相で高強度化していることから 0.2% 耐力が高いものの、最小曲げ先端半径 R : 2.5mm と曲げ加工性に著しく劣っていた。マルテンサイト量を減じて強度を犠牲にした試験 No.10 でも、最小曲げ先端半径 R が 0.6mm に過ぎず、マルテンサイト相により高強度化した鋼種では、曲げ加工性の改善に限界があることが理解される。

Al 脱酸した場合でも、Al 含有量が不足する試験 No.11 は、脱酸不足のためにシリケート系介在物が残存し、十分な曲げ加工性を呈さなかった。逆に過度に Al 脱酸した試験 No.12 では、鋼中の Al 濃度が 0.09 質量%と高くなりすぎ、曲げ加工性は改善されたものの製品表面に介在物起因の疵が発生した。

Si 脱酸した試験 No.13~15 は、介在物がシリケート系となり、試験 No.1~8 に比較して何れも曲げ加工性に劣っていた。

表 8：各種ステンレス鋼の機械的特性，曲げ加工性

区分	試験 No.	鋼種	脱酸 方式	介在物			組織	0.2%耐力 (N/mm ²)	伸び (%)	最小曲げ 先端半径 R(mm)	表面疵
				介在物	サイズ (μm)	清浄度 (%)					
本 発 明 例	1	A-2	Al 脱酸	アルミナ系	3	0.019	加工フェライト	805	3	<0.1	なし
	2	A-3		アルミナ系	2	0.023	加工フェライト	760	4	<0.1	なし
	3	A-4		アルミナ系	4	0.023	加工フェライト	823	3	<0.1	なし
	4	A-5		アルミナ系	3	0.022	加工フェライト	810	3	<0.1	なし
	5	A-6		アルミナ系	5	0.020	加工フェライト	815	3	<0.1	なし
	6	A-7		アルミナ系	3	0.018	加工フェライト	755	4	<0.1	なし
	7	A-8		アルミナ系	2	0.020	加工フェライト	771	3	<0.1	なし
	8	A-9		アルミナ系	3	0.022	加工フェライト	781	3	<0.1	なし
	9	A-2		アルミナ系	3	0.019	マルテンサイト	823	9	2.5	なし
比 較 例	10	A-3	Al 脱酸	アルミナ系	2	0.023	マルテンサイト +フェライト	567	14	0.6	なし
	11	B-1		アルミナ系+ シリケート系	15	0.052	加工フェライト	811	3	0.6	なし
	12	B-2		アルミナ系	20	0.045	加工フェライト	768	4	<0.1	あり
	13	S-4		シリケート系	140	0.081	マルテンサイト +フェライト	578	14	0.8	なし
	14	S-5	Si 脱酸	シリケート系	20	0.038	加工フェライト	801	3	0.8	なし
	15	S-6		シリケート系	210	0.097	加工フェライト	815	2	1.0	なし

下線は、本発明で規定した範囲を外れることを示す。

比較例 9, 10, 13 以外の試験材は、仕上げ圧延率 20~30%での冷間加工により得られた加工フェライト組織になっている。そのため、0.2%耐力が 700N/mm^2 以上と高い。伸びが 4%以下となっていることから延性に乏しいように受け取られがちであるが、曲げ加工性に優れている。優れた曲げ加工性は、全伸び
5 よりも局所的な伸びの影響を受けた結果と考えられる。この結果は、加工フェライト組織とすることにより、曲げ部外面で局所的な延性が向上していることを示唆する。更に、介在物形態を適正に制御しているので、介在物/マトリックスの界面で応力集中が緩和された結果が割れ発生の抑制効果となって現れている。

10 産業上の利用可能性

以上に説明したように、Al 脱酸で介在物を形態制御し加工フェライト組織で高強度化したステンレス鋼板は、0.2%耐力 $\geq 700\text{N/mm}^2$ でも曲げ加工性が優れており、環境負荷が小さいめっき不要の無垢材として使用できる。そのため、ユーザ側での熱処理を省略でき、多量の Ni を含まないので鋼材コストが低廉な
15 ことと相俟って、家電製品、OA 機器等のフレーム、筐体等に使用される。

請求の範囲

1. C : 0.15 質量%以下, Si : 1.0 質量%以下, Mn : 1.0 質量%以下, S : 0.005 質量%以下, Cr : 10~20 質量%, Ni : 0.5 質量%以下, Al : 0.001~0.05 質量%, Fe : 実質的に残部の組成で、

サイズ : 10 μ m 以下の Al₂O₃ 系及び／又は Al₂O₃·MgO 系介在物が清浄度 : 0.06 以下で分散した加工フェライト組織をもつことを特徴とするステンレス鋼板の加工硬化材。

2. 更に Mo : 0.5~2.0 質量%, Cu : 0.5~3.0 質量%, Nb : 0.05~1.0 質量%の 1 種又は 2 種以上を含む請求項 1 記載の加工硬化材。
3. 0.2%耐力が 500~900N/mm² の範囲にある請求項 1 又は 2 記載の加工硬化材。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011410

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C22C38/00, C22C38/40, C22C38/48, C21D9/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C22C38/00, C22C38/40, C22C38/48, C21D9/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-65141 B2 (Nippon Steel Corp.), 19 October, 1992 (19.10.92), Full text (Family: none)	1-3
A	JP 2-18379 B2 (Nippon Steel Corp.), 25 April, 1990 (25.04.90), Full text (Family: none)	1-3
A	JP 8-246105 A (Nippon Yakin Kogyo Co., Ltd.), 24 September, 1996 (24.09.96), Full text (Family: none)	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 October, 2004 (27.10.04)

Date of mailing of the international search report

16 November, 2004 (16.11.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011410

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-255816 A (NKK Corp.), 05 October, 1993 (05.10.93), Full text (Family: none)	1-3
A	JP 2002-194505 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 10 July, 2002 (10.07.02), Full text (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C22C38/00, C22C38/40, C22C38/48, C21D9/46

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C22C38/00, C22C38/40, C22C38/48, C21D9/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 4-65141 B2 (新日本製鐵株式会社) 1992. 10. 19, 全文 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2-18379 B2 (新日本製鐵株式会社) 1990. 04. 25, 全文 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 8-246105 A (日本冶金工業株式会社) 1996. 09. 24, 全文 (ファミリーなし)	1-3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27. 10. 2004

国際調査報告の発送日

16.11.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

鈴木 正紀

4K

3237

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 5-255816 A (日本鋼管株式会社) 1993. 10. 05, 全文 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2002-194505 A (住友金属工業株式会社) 2002. 07. 10, 全文 (ファミリーなし)	1-3